

渠式生物接触氧化法处理城市生活污水

赵玲¹, 尹平河¹, 肖锦², 彭辉¹ (1. 暨南大学化学系, 广州 510632; 2. 华南理工大学化工学院, 广州 510640)

摘要: 河涌是广州的重要水系, 但由于城市的发展和污水处理的滞后, 导致广州的所有河涌都受到严重的污染。用渠式生物接触氧化反应器动态模拟河涌, 对污水进行涌内处理的研究表明, 距离长、截面大和逗留时间长的河涌进行构筑, 悬挂填料和污水曝气处理, 可以有效地处理城市污水。连续运行 3 个月, 进水 COD_{Cr} 浓度 $180 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \sim 450 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 范围, COD_{Cr} 和 BOD_5 的平均去除率分别为 88%、95%。对氨氮和有机磷也有一定去除, 进水总氮和总磷浓度分别为 $15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $2.6 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \sim 4.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 平均去除率可分别达到 52% 和 1%。

关键词: 河涌污水; 生物处理; 生物膜氧化渠

中图分类号: X799.3 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2001)06-03-0076

Sewage Treatment by the Canal Reactor with Biomembrane

Zhao Ling¹, Yin Pinghe¹, Xiao Jin², Peng Hui¹ (Department of Chemistry, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 2. College of Chemical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: This paper studies that utilizing sewage canal (waterway) of city to treat sewage on bases of researching water pollution, hydrological data and topography of the canal. A new canal reactor of bacteria membrane with continuous operation was designed, made and studied in the laboratory. The operation results of the reactor show that the reactor could effectively treat the sewage of city. The average data of continuous operation during 3 months showed that the removal ratios of COD_{Cr} and BOD_5 were 88% and 95% in the range of COD_{Cr} concentration $180 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \sim 450 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ in the inlet, separately. The technology also has the advantage of low capital cost, low operation cost. This will create the condition to apply the way to practical living sewage treatment of canal.

Key words: canal reactor; sewage treatment; biomembrane reactor

广州地处珠江口, 由于大量的工业废水和生活污水未经处理直接排入遍布广州市区的大小河涌(古代留传下来的泄洪和排污的河渠), 尔后汇入珠江, 造成珠江广州河段的污染已日趋严重, 严重影响了广州的市容市貌^[1]。珠江的治理离不开河涌的治理。河涌有截面大、距离长的特点。国外有文献报道模拟利用城市污水截流干管对污水进行生物处理的研究^[2], 而国内鲜见这方面的报道。类似的氧化沟技术由于流程简单、出水水质好、稳定性高及基建投资省、运行费用低、管理简单等优点, 在近年得到广泛的应用^[3-6], 但存在容积负荷低(一般 BOD_5 只有 $0.2 \sim 0.4 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$)、污泥上浮和需进行污泥回流的缺点, 不适合河涌污水处理。涌内放置合适填料, 使氧化

渠^[7-10]成为活性污泥法与生物膜法相结合的涌内污水处理工艺, 并期望这种结合提高容积负荷和脱 N、P 效率。本研究以广州沙河涌作为模拟对象, 设计了渠式生物接触氧化反应器, 在实验室内进行了动态模拟试验。

1 实验方法和实验装置

1.1 模拟河涌的水质状况及实验污水的配制

本研究以城市河涌污水为研究对象, 根据华南理工大学等院校完成的“广州市沙河涌环境评价报告”中

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目

作者简介: 赵玲(1965~), 女, 讲师, 主要研究方向为水环境化学与污染治理。

收稿日期: 2001-01-01

的数据,其水质见表 1. 试验用污水是模拟河涌水质,用池塘水、面粉、工业废水及营养盐按一定的比例配制而成.

表 1 河涌污水水质

Table 1 Water quality of sewage in the city canal

项目	浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	平均值/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
COD_{Cr}	110 ~ 260	160
BOD_5	80 ~ 130	100
SS	20 ~ 1400	500
NH_4^+-N	6 ~ 13	9.7
TP	2.1 ~ 4.8	2.9

1.2 渠式生物接触氧化反应器设计及工艺流程

根据河涌的实际情况,反应器按长:宽=30:1设计,水道总长为 6.0 m,分为 3 段,宽 0.2 m,高 0.5 m,水在反应池中的流态呈推流.同时,考虑实际河涌沿岸有不少的支流汇入,反应器设计了集污渠,接纳污水和输送回流污泥.污水由污水泵打入反应器两侧的集污渠,然后流入反应器.在反应器中污水分别与 1 段、3 段中的填料充分接触氧化后进入沉淀池,停留 3 ~ 4 h 后出水.运行时,污泥泵将污泥由沉淀池打入集污渠,进行污泥循环.选用穿孔空管曝气,曝气管布置在反应器底部,气水比控制 3:1 ~ 5:1,装置结构简图和流程图见图 1.

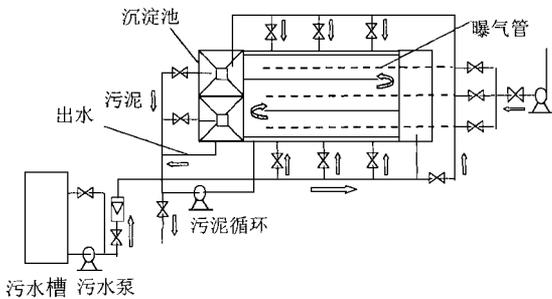


图 1 实验装置的结构简图和工艺流程

Fig.1 Scheme of the canal reactor with biomembrane

1.3 填料选择及安装

本实验所用填料是一种新型的 SB 型组合填料,其特点是:①质轻,强度高,氧化性能稳定,耐腐蚀;②在紊动的随水飘动中呈立体结构,比表面积大,附着有力,污水与生物接触效率高;③价格便宜.

为考察填料安装方式对处理效果的影响,采用 2 种安装方式,见图 2. 实验表明 2 种方式的传质效果差别不大,顺水流方向的传质阻力小于垂直水流方向.在水道 1 的填料垂直安装,水道 3 的填料顺水流安装,水道 2 不安装填料以作对比.填料密度对传质效果和

污泥截留也有一定影响,综合考虑各方面的影响,在第 1 和第 3 水道填料的填充率分别为 0.3% 和 0.4%.

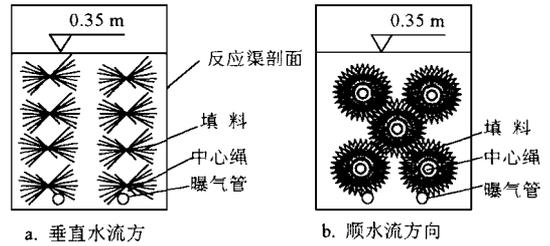


图 2 填料的安装方式(剖面图)

Fig.2 Fixing method of stuffing

2 结果与讨论

2.1 反应器启动

反应器的启动是指填料上生成生物膜的过程.在启动过程中进水 COD_{Cr} 210 ~ 270 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, BOD_5 为 126.2 ~ 138.3 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, SS 为 210 ~ 227 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 曝气量控制在气水比为 3:1 ~ 5:1, 挂膜前在填料上喷涂了优势菌种.运行 3 d 后,填料明显挂膜.5 d 后,膜的厚度达到 2 mm.此后,连续进水与出水,每天定时取样测定,实验结果见图 3,从图 3 看出,当运行到第 4 天时, COD_{Cr} 的去除趋于稳定,达到 87%, 试验转入正常.停留时间 2.3 ~ 3.5 h, COD_{Cr} 去除率变化较大,超过 3.5 h 后,虽也有提高,但增长缓慢.因此,最佳停留时间控制在 3.5 h.

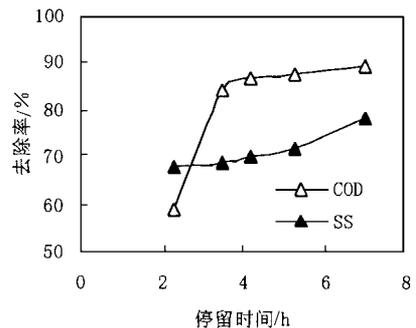


图 3 运行时间与去除效率的关系

Fig.3 Influence of the time on removal efficiency of COD

2.2 运转期

生物接触氧化法中,有机物的氧化速度取决于污水与微生物的接触时间和基质的浓度,时间长微生物对有机物的吸附、降解作用越强,处理效果越好.但时间过长,有机物浓度降低,微生物自身氧化分解,

生物膜变得松散,菌胶团减少,处理效果降低.同时污水浓度也直接影响处理效果,因此,为寻求最佳停留时间和浓度范围,分别在不同的条件下进行实验,正常运行的实验参数见表2.

表2 正常运行的实验参数

Table 2 Experimental parameters in the operation

停留时间/h	温度/℃	pH	DO / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	COD容积负荷 / $\text{kg} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{d})^{-1}$
3.5 ~ 4.2	22 ~ 29	6.5 ~ 7.5	3 ~ 4	0.504

2.3 进水浓度的改变对处理效果的影响

停留时间3.5h,改变进水浓度,每天定时取样测定,结果见图4,图5.从图4可以看出,进水浓度的变化对 COD_{Cr} 的去除率影响较大,进水 COD_{Cr} 在71.3 ~ 240.0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, COD_{Cr} 的去除率变化在71% ~ 90%, COD_{Cr} 在241 ~ 440 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,去除率稳定在90%,再增大进水浓度,去除率下降,出水水质变差.对3个水道的水质也进行了取样测定,结果见图5.从图5可以看出,水道2虽然未挂填料,但也有一定的去除能力,水道1进水 $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,去除率随浓度的增大而提高,平均去除率61.0%,进水 COD_{Cr} 在200 ~ 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,去除率变化较大,平均去除率70.0%.水道2的平均去除率18.5%,水道3进水 $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 240.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,去除率随进水浓度的增大而提高,平均去除率65.0%.

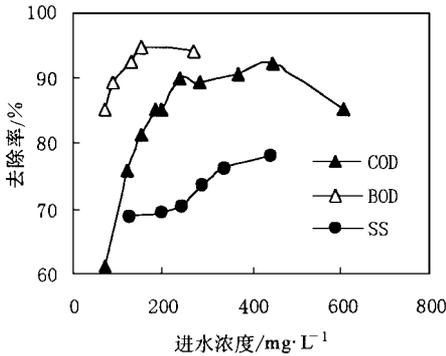


图4 进水浓度对处理效果的影响

Fig.4 Influence of COD concentration in the inlet on removal efficiency of COD

3 结论

采用渠式生物接触氧化反应器处理河涌污水,出水效果好,对浓度的变化有较强的适应性,模拟反应装置与河涌的实际情况比较吻合,试验结果可放大到实际污水涌中进行进一步的研究.

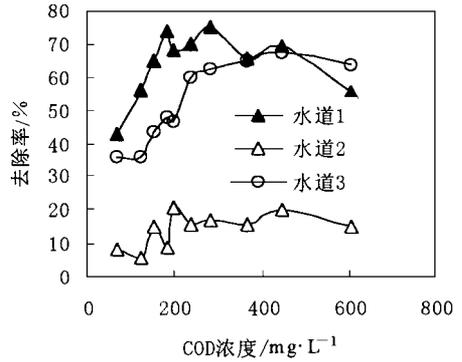


图5 进水浓度对各水道处理效果的影响

Fig.5 Influence of COD concentration in the inlet on removal efficiency in the different water way

水道1生物相是以具有较强降解有机物的丝状菌为主体的菌胶团组成,因此在进水浓度变化较大的范围内,水道1仍然具有较好的出水效果.水道1脱落的生物膜进入水道2后,在充氧曝气下,生物膜自身氧化分解,污泥量减少.水道3处于较低负荷下,生物相是以吞食污泥的后生动物为主,如线虫,轮虫等.将水道分为3段,水道1和3安装填料,使反应器形成了一个稳定的微生物食物链,提高了处理效果,减少了污泥量,同时节省填料.

该工艺用于实际,可节省相同规模水处理厂的占地,节省污水管网投资和部分污水处理构筑物投资,同时,也可大大减少能耗和运行费用,是适合广东气候和地理特点的污水处理新工艺.

参考文献:

- 1 王林生.论广州水质污染状况.广州环境科学,1995,2:4.
- 2 Ross E McKinney. Testing Aeration Equipment in Conventional Activated Sludge Plants. Water & Sewage worlds, 1980,(8):26~27,52~53.
- 3 汪诚文等.一体化氧化沟处理污染试验.环境污染与防治,1994,16(2):20~23.
- 4 何大江等.生物膜氧化沟污水处理性能的研究.环境污染与防治,1996,18(2):7~11.
- 5 肖锦.论我国城市污水的治理问题.工业水处理,1986,6(1):3~7.
- 6 耿艳楼等.进水负荷对生物氧化塘运行规律影响的研究.中国给水排水,1989,15(5):17~22.
- 7 郝晓地等.氧化渠低温污水生物处理技术的可行性研究.环境科学丛刊,1996,13(3):57~62.
- 8 郝晓地等.对氧化渠动力学的理论分析及公式推导.环境工程,1996,10(3):20~25.
- 9 刘锐等.一体式膜生物反应器的水动力学特性.环境科学,2000,21(5):47~50.
- 10 Martin Brockann, Carl F Seyfried. Activity under the conditions of crossflow microfiltration. Wat. Sci. Tech., 1997, 35(10):173~181.